

PAT-NO: JP410270939A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10270939 A
TITLE: VOLTAGE CONTROLLED OSCILLATOR

PUBN-DATE: October 9, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TSUZUMI, SHUJI	
HANASHIMA, NAOYUKI	
YONEZAWA, MASA	
HIKITA, KAZUYASU	

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MITSUBISHI MATERIALS CORP	N/A

APPL-NO: JP09071666

APPL-DATE: March 25, 1997

INT-CL H03B005/30 , H03B005/12 , H03H003/10 , H03H009/17 ,
(IPC) : H03H009/25

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a highly stable voltage controlled oscillator which can vary a high band in accordance with VHF-SHF bands by using a lead titanate zirconate (PZT) thin film or lead titanate (PT) thin film for a piezoelectric thin film.

SOLUTION: One port-type surface acoustic wave resonator is incorporated in a Colpitts circuit and the voltage controlled oscillator is constituted. A piezoelectric substrate 50 used for the voltage controlled oscillator is constituted of a buffer layer 52, a PZT thin film 53 and an Al electrode 54 on a Si substrate with oxide film 51. Since the voltage control oscillator incorporating a piezoelectric resonator can monolithically be manufactured in the

semiconductor circuit of IC and the like, the resonator can be miniaturized. Thus, the voltage controlled oscillator which covers the frequency of the considerably large band and which is superior in an SN ratio can be obtained by using the PZT thin film or the PT thin film having a large electric machine connection coefficient and a superior Q characteristic.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-270939

(43)公開日 平成10年(1998)10月9日

(51)Int.Cl.
H 03 B 5/30
5/12
H 03 H 3/10
9/17
9/25

F I
H 03 B 5/30 A
5/12 G
H 03 H 3/10
9/17 F
9/25 C

審査請求 未請求 請求項の数 5 OL (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平9-71666

(22)出願日 平成9年(1997)3月25日

(71)出願人 000006264

三菱マテリアル株式会社
東京都千代田区大手町1丁目5番1号

(72)発明者 津々見 修司

埼玉県大宮市北袋町1丁目297番地 三菱
マテリアル株式会社総合研究所内

(72)発明者 花嶋 直之

埼玉県大宮市北袋町1丁目297番地 三菱
マテリアル株式会社総合研究所内

(72)発明者 米澤 政

埼玉県大宮市北袋町1丁目297番地 三菱
マテリアル株式会社総合研究所内

(74)代理人 弁理士 重野 剛

最終頁に続く

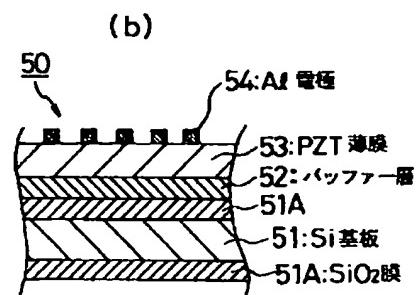
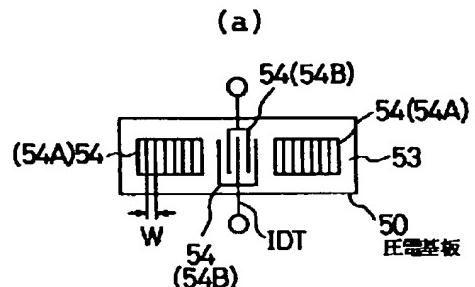
(54)【発明の名称】 電圧制御発振器

(57)【要約】

【課題】 VHF～SHF帯域に対応し、広帯域可変、高安定の電圧制御発振器を提供する。

【解決手段】 半導体基板51と、半導体基板上に形成された圧電体薄膜53と、圧電体薄膜上に形成された導電性膜54とを備える圧電共振子を用いた電圧制御発振器。圧電体薄膜はチタン酸ジルコニア酸鉛(PZT)薄膜又はチタン酸鉛(PT)薄膜よりなる。

【効果】 PZT及びPTは、電気機械結合係数 k^2 が大きく、かつQ値が大きく、しかも温度特性が良好であるため、PZT薄膜又はPT薄膜を形成した圧電共振子を用いることにより、VHF～SHF帯域に対応し、広帯域可変、高安定の電圧制御発振器を提供することができる。



1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板と、該半導体基板上に形成された圧電体薄膜と、該圧電体薄膜上に形成された導電性膜とを備える圧電共振子を用いた電圧制御発振器において、該圧電体薄膜がチタン酸ジルコン酸鉛薄膜又はチタン酸鉛薄膜であることを特徴とする電圧制御発振器。

【請求項2】 請求項1において、該圧電共振子は、半導体基板と、該半導体基板上に形成された圧電体薄膜と、該圧電体薄膜上に形成された導電性膜よりなる樹形電極とを備える弾性表面波共振子であることを特徴とする電圧制御発振器。
10

【請求項3】 請求項1において、該圧電共振子は、半導体基板と、該半導体基板上に形成された圧電体薄膜と、該圧電体薄膜上に形成された導電性膜よりなる樹形電極とを備える1ポート型弾性表面波共振子であることを特徴とする電圧制御発振器。

【請求項4】 請求項1において、該圧電共振子は、半導体基板と、該半導体基板上に構成された圧電体薄膜と、該圧電体薄膜の両面に形成された導電性膜よりなる電極とを備える圧電薄膜共振子であることを特徴とする電圧制御発振器。
20

【請求項5】 請求項1において、該圧電共振子は、半導体基板と、該半導体基板上に形成された圧電体薄膜と、該圧電体薄膜上に形成された導電性膜よりなる電極とを備える圧電薄膜共振子であることを特徴とする電圧制御発振器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、圧電共振子を用いた電圧制御発振器に係り、特に、圧電共振子の圧電体薄膜としてチタン酸ジルコン酸鉛（PZT）又はチタン酸鉛（ $PbTiO_3$: PT）を成膜した電圧制御発振器に*

$$\Delta f / f_0 = -\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\gamma} \cdot \frac{C_0 \cdot C_L}{(C_0 + C_L)^2} \cdot \frac{\Delta C}{C_L} \quad \dots \quad (1)$$

ただし、 γ は共振子の容量比 C_0 / C_L 、 ΔC はバラクタの容量変化量である。

【0006】 ここで、広い周波数帯域に亘り発振周波数 f_0 を可変するには、共振-反共振周波数の幅の広い共振子、即ち、容量比 γ の小さい共振子と容量変化の大きいバラクタを使途しなければならない。

【0007】ところが、従来の発振器では、図3に示す如く、共振子と直列にバラクタの容量 C_j 及び回路の負荷容量 C_L が入るため、共振周波数が上昇し共振子の見かけ上の容量比が大きくなることから、図4のようにインダクタンス L_i （伸張 L_i ）を共振子1に直列に挿入した回路4とし、直列容量によって共振周波数を低下させ、共振子の誘導性領域を広くして使用している。

【0008】しかしながら、この場合でもバラクタの容量変化量が有限でしかも小さいために、広帯域可変のも

* 関する。

【0002】

【従来の技術】 圧電性基板を使用した共振子には、水晶振動子や弹性表面波共振子及び圧電薄膜共振子等があるが、このような圧電共振子は電気的等価回路で表すと、いずれも図1のように表すことができる。図1において、 C_0 は電極間の静電容量と端子間の浮遊容量を加算したものであり、インダクタンス L_1 、キャパシタンス C_1 、及び抵抗 R_1 の直列共振回路は共振子の共振現象を表している。

【0003】 図2は、上記共振子を用いて従来最も多く使用されているコルピッツ型の電圧制御発振器を示す基本構成図である。図2において、1は共振子、3は破線より右側の発振用トランジスタ T_r を含む回路、 C_j は、バラクタ（可変容量ダイオード）2の容量、 $C_{11} \sim C_{13}$ はそれぞれキャパシタンス、 $R_{11} \sim R_{14}$ はそれぞれ抵抗を示している。この発振器の等価回路は、共振子1の側と、それ以外の回路3とに区別して考えれば、図3のように表すことができる。このようなコルピッツ型発振器においては、共振子1を共振-反共振の間の周波数で使用し、誘電性リアクタンス即ちインダクタンス L として働かせている。この場合、回路3側のリアクタンスは容量性となり、キャパシタンス（負荷容量） C_L で表すことができ、発振周波数はおむねインダクタンス L とバラクタ C_j 及び負荷容量 C_L との直列共振周波数となる。

【0004】 そこで、共振子1に直列に接続したバラクタ2に印加される逆バイアス電圧（制御電圧） V_r を変えることにより、 C_j が V_{r-1} に比例し発振周波数 f_0 を下記式（1）に従って可変することができる。

【0005】

【数1】

$$\Delta f / f_0 = -\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{\gamma} \cdot \frac{C_0 \cdot C_L}{(C_0 + C_L)^2} \cdot \frac{\Delta C}{C_L} \quad \dots \quad (1)$$

※のを実現することは困難であった。

【0009】 特開昭61-135205号公報には、上記問題を解決するために、負性抵抗を伴ったインダクティブトランジスタ回路を発振回路として使用し、これにより、共振子の容量比を劣化することなく周波数可変幅を広くすることが提案されているが、近年の移動体通信のデジタル化に伴い、周波数の広帯域特性のより一層の向上が求められ、電圧制御発振器においても、更に広帯域かつ高安定の可変周波数を持つものが求められているのが現状である。

【0010】 ところで、容量比 γ の小さい共振子は、式（2）、（3）に示す関係からも明らかなように、電気機械結合係数 k^2 の大きい圧電体材料を用いることで実

現できると考えられる。

【0011】

$$\text{容量比} \gamma = C_0 / C_1 \quad \dots \dots (2)$$

$$\text{電気機械結合係数} k^2 = 1 / (1 + \gamma) \quad \dots \dots (3)$$

なお、従来、電圧制御発振器の共振子の圧電体材料については、圧電体基板としてタンタル酸リチウム (LiTaO_3) やニオブ酸リチウム (LiNbO_3) 等を用いることが提案されている(特開平2-104120号公報、特開平2-12585号公報)。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来、電圧制御発振器の共振子の圧電体材料として提案されている LiTaO_3 や LiNbO_3 は、電気機械結合係数 k^2 は小さいが温度特性は良好であるか、或いは、電気機械結合係数 k^2 は大きいが温度特性が悪いというよう、電気機械結合係数 k^2 と温度特性の少なくとも一方が劣り、両特性を共に満足するものではない。

【0013】このため、電気機械結合係数 k^2 が大きい圧電体材料により容量比 γ の小さい共振子を実現して、要求特性を満足する広帯域可変の電圧制御発振器を提供することが困難であった。

【0014】本発明は上記従来の問題点を解決し、従来の圧電体材料に比べて電気機械結合係数 k^2 が大きく、かつQ値が大きく、しかも、温度特性の良好な圧電体材料を用いた共振子を組み込むことで、VHF～SHF帯域に対応し、広帯域可変、高安定の電圧制御発振器を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明の電圧制御発振器は、半導体基板と、該半導体基板上に形成された圧電体薄膜と、該圧電体薄膜上に形成された導電性膜とを備える圧電共振子を用いた電圧制御発振器において、該圧電体薄膜がチタン酸ジルコン酸鉛 (PZT) 薄膜又はチタン酸鉛 (PT) 薄膜であることを特徴とする。

【0016】PZT及びPTは、電気機械結合係数 k^2 が大きく、かつQ値が大きく、しかも温度特性が良好であるため、PZT薄膜又はPT薄膜を形成した圧電共振子を用いることにより、VHF～SHF帯域に対応し、広帯域可変、高安定の電圧制御発振器を提供することができる。

【0017】本発明において、圧電共振子としては次のものが挙げられる。

【0018】① 半導体基板と、該半導体基板上に形成された圧電体薄膜と、該圧電体薄膜上に形成された導電性膜よりなる樹形電極とを備える弾性表面波共振子
② 半導体基板と、該半導体基板上に形成された圧電体薄膜と、該圧電体薄膜上に形成された導電性膜よりなる樹形電極とを備える1ポート型弾性表面波共振子
③ 半導体基板と、該半導体基板上に構成された圧電体薄膜と、該圧電体薄膜の両面に形成された導電性膜より

なる電極とを備える圧電薄膜共振子

④ 半導体基板と、該半導体基板上に形成された圧電体薄膜と、該圧電体薄膜上に形成された導電性膜よりなる電極とを備える圧電薄膜共振子

【0019】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の電圧制御発振器の実施の形態を説明する。

【0020】本発明の電圧制御発振器は、圧電共振子として半導体基板と、この半導体基板上に形成されたPZT薄膜又はPT薄膜の圧電体薄膜と、この圧電体薄膜上に形成された導電性膜とを備える圧電共振子を用いること以外は従来の圧電共振子を用いた電圧制御発振器と同様の構成とすることができ、従って、その回路にはコルピツ型回路を用いて、図2又は図4に示すような構成の電圧制御発振器とすることができる。

【0021】本発明に係る圧電共振子の半導体基板としては、表面に酸化膜 (SiO_2 膜) が形成されたSi基板が好適であるが、その他、GaAs基板等を用いることができる。

【0022】半導体基板として酸化膜付きSi基板を用いる場合、その酸化膜の厚さは、薄過ぎると熱処理時の元素の拡散防止効果がなく、厚過ぎるとクラックの発生や基板のそりの問題があるので0.5～2μm程度であることが好ましい。

【0023】また、半導体基板の厚さは、圧電共振子としての用途上、できる限り薄いことが望ましいが、過度に薄いと機械的強度が低下するため、厚さ100～300μm程度であることが好ましい。

【0024】このような半導体基板には、圧電体薄膜を形成した側とは反対側の面の圧電体薄膜形成位置に相当する部分に凹部を形成しても良く、このような凹部を形成することにより圧電共振子の機械的強度は若干劣るものの低次モードをより強く励振することが可能となり、発振周波数、挿入損失の特性を向上させることができ。この場合、凹部はエッチング等により形成することができ、例えばSi基板に凹部を形成するには、TMAH(tetramethyl ammonium hydroxide)等のエッティング液を用いて、部分的に基板を除去すれば良い。

【0025】また、半導体基板としてSi基板を用いる場合、 SiO_2 酸化膜とSi基板本体の間には、空洞(Air-gap)を形成しても良い。このAir-gapは、例えば特開昭63-187713号公報、特開平6-40611号公報記載の方法により形成することができる。

【0026】このようなAir-gapを形成することにより後掲の図7(a)、(b)のような上部電極に対応するSi基板部分を異方性エッティングして、ダイヤフラム構造にする構造と同じ効果が奏される。

【0027】このような半導体基板上に圧電体薄膜を形成するには、ゾルゲル法を採用するのが好ましく、例え

ば、次のような方法で形成することができる。

【0028】即ち、P Z T薄膜の形成には、酢酸鉛等の鉛化合物、ジルコニウムブトキシド、ジルコニウムプロボキシド等のジルコニウム化合物及びチタニウムイソプロボキシド、チタニウムブトキシド等のチタン化合物を所定のモル比で、合計濃度が10～20重量%程度となるように、メトキシエタノール、酢酸エステル等の溶剤に溶解したP Z T薄膜形成用組成物を基板に塗布し、150～400°Cで乾燥し、所定の膜厚になるように、この塗布、乾燥を繰り返す。最後に500～800°Cで1分～1時間焼成する。

【0029】また、P T薄膜の形成には、酢酸鉛等の鉛化合物及びチタニウムイソプロボキシド、チタニウムブトキシド等のチタン化合物の所定のモル比で、合計濃度が10～20重量%程度となるように、メトキシエタノール、酢酸エステル等の溶剤に溶解したP T薄膜形成用組成物を基板に塗布し、150～400°Cで乾燥し、所定の膜厚になるように、この塗布、乾燥を繰り返す。最後に500～800°Cで1分～1時間焼成する。

【0030】本発明において、圧電体薄膜としてのP Z T薄膜又はP T薄膜は、高周波対応するために膜厚10μm以下であることが必要とされ、好ましくは0.1～10μm、より好ましくは0.2～3μmの範囲で使用目的に応じて適宜決定される。なお、P Z T薄膜又はP T薄膜の膜厚が薄過ぎると圧電効果が得られず、逆に、厚過ぎると良好な膜質が得られない。

【0031】本発明においては、このP Z T又はP T薄膜の形成に先立ち、基板上にチタン酸バリウムストロンチウム(BST)、チタン酸ストロンチウム(STO)又はチタン酸バリウム(BTO)等のバッファー層を形成しても良い。このようなバッファー層を形成することにより、鉛拡散防止作用により、P Z T薄膜又はP T薄膜の鉛欠損が防止されるという効果が奏される。このバッファー層はゾルゲル法により形成することができ、その膜厚は通常の場合、0.01～2μm、特に0.01～0.2μmであることが好ましい。

【0032】圧電体薄膜上の導電性膜としては、A1,Cu,Ag,Au等の導電性金属膜が好適であり、このような導電性膜はスパッタ法等で形成することができ、その厚さは、通常の場合1000～2000Å程度である。

【0033】本発明において、圧電体薄膜の下面側にも導電性膜よりもなる電極を形成し、圧電共振子を基板／下部電極／圧電体薄膜／上部電極の構成とする場合、この下部電極としての導電性膜としても上記と同様のものを採用することができ、同様にスパッタ法等により1000～2000Å程度の厚さに形成される。

【0034】

【実施例】以下に実施例を挙げて本発明の電圧制御発振器の構成及び効果をより具体的に説明する。

【0035】なお、以下において、圧電体薄膜としてのP Z T薄膜は、酢酸鉛とジルコニウムブトキシドとチタニウムイソプロボキシドとを所定のモル比で合計濃度20重量%となるように2-メトキシエタノールに溶解したP Z T薄膜形成用溶液を用い、スピンドルにより塗布した後400°Cで乾燥し、この塗布、乾燥を所定の膜厚になるまで繰り返し、最後に650°Cで60分焼成することにより形成し、P T薄膜は、酢酸鉛とチタニウムイソプロボキシドを所定のモル比で合計濃度10重量%となるように2-メトキシエタノールに溶解したP T薄膜形成用溶液を用い、スピンドルにより塗布した後400°Cで乾燥し、この塗布、乾燥を所定の膜厚になるまで繰り返し、最後に650°Cで60分焼成することにより形成した。

【0036】また、導電性膜はスパッタ法により形成した。

【0037】実施例1及び2におけるバッファー層としては、B S T薄膜を所望の膜厚までゾルゲル法により成膜することにより形成した。

【0038】また、以下の実施例においては、いずれも圧電共振子を図2に示すコルピツ回路に組み込んで特性を調べたが、比較のため、特開昭61-135205号公報に記載される電圧制御発振器(A)及び同公報において従来例として挙げた電圧制御発振器(B)について以下の実施例と同様にして測定した発振周波数の変化を図16に示した。

【0039】実施例1：図2のコルピツ回路に共振子1として1ポート型弹性表面波共振子を組み込んで900MHz帯の電圧制御発振器にて起用した例

図5(a)は本実施例で用いた1ポート型弹性表面波共振子の電極構成を示す平面図、図5(b)は同断面の拡大図である。この1ポート型弹性表面波共振子の圧電基板50は酸化膜(厚さ1μmのSiO₂膜51A)付きSi基板(厚さ250μm)51上に厚さ0.2μmのバッファー層(BST薄膜)52、厚さ0.8μmのP Z T薄膜53及び厚さ1500ÅのA1電極54よりなり、A1電極(反射電極54A、樹形電極54B)54の間隙Wは2μm(弹性表面波の波長の1/2)である。

【0040】この電圧制御発振器において、制御電圧V_rを0～5Vまで可変した場合の発振周波数の変化を図8に示す。

【0041】実施例2：図2のコルピツ回路に共振子1として1ポート型弹性表面波共振子を組み込んで900MHz帯の電圧制御発振器にて起用した例

図6(a)は本実施例で用いた1ポート型弹性表面波共振子の電極構成を示す平面図、図6(b)は同断面の拡大図である。この1ポート型弹性表面波共振子の圧電基板60は酸化膜(厚さ1μmのSiO₂膜61A)付き

50 Si基板(厚さ250μm)61上に厚さ0.2μmの

7

バッファー層(BST薄膜)62、厚さ0.85μmのPT薄膜63及び厚さ1500ÅのA1電極64よりなり、A1電極(反射電極64A、樹形電極64B)64の間隙Wは2μm(弹性表面波の波長入の1/2)である。

【0042】この電圧制御発振器において、制御電圧V_rを0~5Vまで可変した場合の発振周波数の変化を図9に示す。

*

8

*【0043】実施例3:図2のコルピツ回路に共振子1として圧電体薄膜の両面に形成された導電性膜からなる電極を設けてなる圧電薄膜共振子を組み込んで2.4GHz帯の電圧制御発振器に起用した例

図7(a)は本実施例で用いた圧電薄膜共振子の構成を示す断面図であり、各部の寸法及び材質等は次の通りである。

【0044】

Si基板71:厚さ250μm

SiO₂膜71A:厚さ1μm

四部71Bの底部:100μm×100μm

下部電極72:Pt/Ti

厚さ2000Å/200Å

PZT薄膜73:90μm×90μm×0.47μm厚さ

上部電極74:A1

厚さ1500Å

この電圧制御発振器において、制御電圧V_rを0~5Vまで可変した場合の発振周波数の変化を図10に示す。

【0045】実施例4:図2のコルピツ回路に共振子1として圧電体薄膜の両面に形成された導電性膜からなる電極を設けてなる圧電薄膜共振子を組み込んで2.4GHz帯の電圧制御発振器に起用した例

※GHz帯の電圧制御発振器に起用した例

図7(b)は本実施例で用いた圧電薄膜共振子の構成を示す断面図であり、各部の寸法及び材質等は次の通りである。

【0046】

Si基板75:厚さ250μm

SiO₂膜75A:厚さ1μm

四部75Bの底部:100μm×100μm

下部電極76:Pt/Ti

厚さ2000Å/200Å

PZT薄膜77:90μm×90μm×0.45μm厚さ

上部電極78:A1

厚さ1500Å

この電圧制御発振器において、制御電圧V_rを0~5Vまで可変した場合の発振周波数の変化を図11に示す。

【0047】実施例5:図2のコルピツ回路に共振子1として圧電体薄膜の両面に形成された導電性膜からなる電極を設けてなる圧電薄膜共振子を組み込んで2.4GHz帯の電圧制御発振器に起用した例

※GHz帯の電圧制御発振器に起用した例

図7(c)は本実施例で用いた圧電薄膜共振子の構成を示す断面図であり、各部の寸法及び材質等は次の通りである。

【0048】

Si基板79:厚さ250μm

SiO₂膜79A:厚さ2μm

Air-gap79B:210μm×75μm×1μm

下部電極80:Pt/Ti

厚さ2000Å/200Å

PZT薄膜81:厚さ0.47μm

上部電極82A, 82B:A1

70μm×70μm×1500Å厚さ

上部電極82A, 82Bの間隔は70μm

この電圧制御発振器において、制御電圧V_rを0~5Vまで可変した場合の発振周波数の変化を図12に示す。

【0049】実施例6:図2のコルピツ回路に共振子1として圧電体薄膜の両面に形成された導電性膜からなる電極を設けてなる圧電薄膜共振子を組み込んで2.4GHz帯の電圧制御発振器に起用した例

※GHz帯の電圧制御発振器に起用した例

図7(d)は本実施例で用いた圧電薄膜共振子の構成を示す断面図であり、各部の寸法及び材質等は次の通りである。

【0050】

Si基板83:厚さ250μm

SiO₂膜83A:厚さ2μm

9

10

Air-gap 83B: $210\mu\text{m} \times 75\mu\text{m} \times 1\mu\text{m}$

下部電極84: Pt/Ti

厚さ $2000\text{\AA}/200\text{\AA}$ PT薄膜85: 厚さ $0.45\mu\text{m}$

上部電極86A, 86B: Al

 $70\mu\text{m} \times 70\mu\text{m} \times 1500\text{\AA}$ 厚さ上部電極86A, 86Bの間隔は $70\mu\text{m}$ この電圧制御発振器において、制御電圧 V_r を $0 \sim 5\text{V}$ * GHz帯の電圧制御発振器に起用した例

まで可変した場合の発振周波数の変化を図13に示す。

【0051】実施例7: 図2のコルピツ回路に共振子 10 示す断面図であり、各部の寸法及び材質等は次の通りで1として圧電体薄膜の両面に形成された導電性膜からなる。ある。

電極を設けてなる圧電薄膜共振子を組み込んで2. 4* 【0052】

Si基板87: 厚さ $250\mu\text{m}$ SiO₂膜87A: 厚さ $1\mu\text{m}$ 凹部87Bの底部: $100\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$

下部電極88: Pt/Ti

厚さ $2000\text{\AA}/200\text{\AA}$ PZT薄膜89: 厚さ $0.47\mu\text{m}$

上部電極90A, 90B: Al

 $70\text{mm} \times 70\text{mm} \times 1500\text{\AA}$ 厚さ上部電極90A, 90Bの間隔は $70\mu\text{m}$ この電圧制御発振器において、制御電圧 V_r を $0 \sim 5\text{V}$ * GHz帯の電圧制御発振器に起用した例

まで可変した場合の発振周波数の変化を図14に示す。

【0053】実施例8: 図2のコルピツ回路に共振子 1 示す断面図であり、各部の寸法及び材質等は次の通りで1として圧電体薄膜の両面に形成された導電性膜からなる。ある。

電極を設けてなる圧電薄膜共振子を組み込んで2. 4* 【0054】

Si基板91: 厚さ $250\mu\text{m}$ SiO₂膜91A: 厚さ $1\mu\text{m}$ 凹部91Bの底部: $100\mu\text{m} \times 100\mu\text{m}$

下部電極92: Pt/Ti

厚さ $2000\text{\AA}/200\text{\AA}$ PZT薄膜93: 厚さ $0.45\mu\text{m}$

上部電極94A, 94B: Al

 $70\text{mm} \times 70\text{mm} \times 1500\text{\AA}$ 厚さ上部電極94A, 94Bの間隔は $70\mu\text{m}$ この電圧制御発振器において、制御電圧 V_r を $0 \sim 5\text{V}$ ★る。

まで可変した場合の発振周波数の変化を図15に示す。

【0055】以上の結果から、本発明の電圧制御発振器は、従来の圧電基板を用いたものに比べ、非常に広帯域な、制御感度の高いものであることが明らかである。 40

【0056】

【発明の効果】本発明の電圧制御発振器は、IC等の半導体回路内にモノシリックに作製できるため、共振器を小型化できる。また、本発明では、大きな電気機械結合係数 k^2 、優れたQ特性を有するPZT薄膜又はPT薄膜を用いているため、非常に広帯域の周波数をカバーするS/N比の優れた電圧制御発振器を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】圧電共振子の電気的等価回路図である。

【図2】コルピツ型電圧制御発振器の基本構成図であ★50 弾性表面波共振子の構成を示す断面図、図7(d)は、

【図3】図2の電圧制御発振器の等価回路図である。

【図4】広帯域可変にしたコルピツ型電圧制御発振器の構成図である。

【図5】図5(a)は実施例1で用いた1ポート型弾性表面波共振子の電極構成を示す平面図、図5(b)は同断面の拡大図である。

【図6】図6(a)は実施例2で用いた1ポート型弾性表面波共振子の電極構成を示す平面図、図6(b)は同断面の拡大図である。

【図7】図7(a)は、実施例3で用いた1ポート型弾性表面波共振子の構成を示す断面図、図7(b)は、実施例4で用いた1ポート型弾性表面波共振子の構成を示す断面図、図7(c)は、実施例5で用いた1ポート型

11

実施例6で用いた1ポート型弾性表面波共振子の構成を示す断面図、図7（e）は、実施例7で用いた1ポート型弾性表面波共振子の構成を示す断面図、図7（f）は、実施例8で用いた1ポート型弾性表面波共振子の構成を示す断面図である。

【図8】実施例1の電圧制御発振器の特性を示すグラフである。

【図9】実施例2の電圧制御発振器の特性を示すグラフである。

【図10】実施例3の電圧制御発振器の特性を示すグラフである。

【図11】実施例4の電圧制御発振器の特性を示すグラフである。

【図12】実施例5の電圧制御発振器の特性を示すグラフである。

【図13】実施例6の電圧制御発振器の特性を示すグラフである。

10

12

【図14】実施例7の電圧制御発振器の特性を示すグラフである。

【図15】実施例8の電圧制御発振器の特性を示すグラフである。

【図16】比較例に係る電圧制御発振器の特性を示すグラフである。

【符号の説明】

50, 60 压電基板

51, 61, 71, 75, 79, 83, 87, 91 S
i基板

52, 62 バッファー層

53, 73, 81, 89 PZT薄膜

54, 64 A1電極

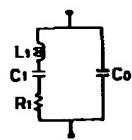
63, 77, 85, 93 PT薄膜

72, 76, 80, 84, 88, 92 下部電極

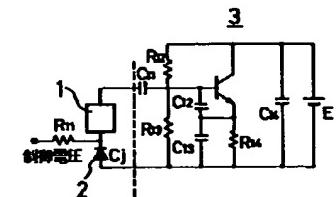
74, 78, 82A, 82B, 86A, 86B, 90

A, 90B, 94A, 94B 上部電極

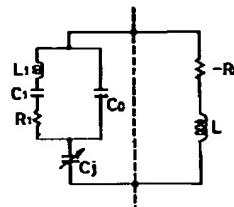
【図1】



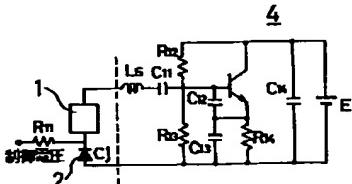
【図2】



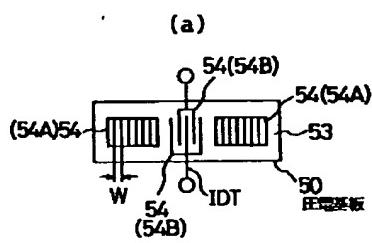
【図3】



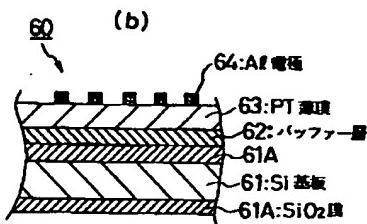
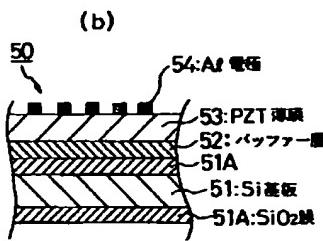
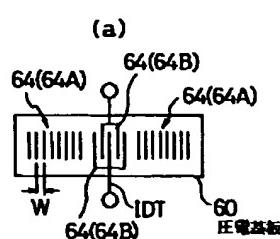
【図4】



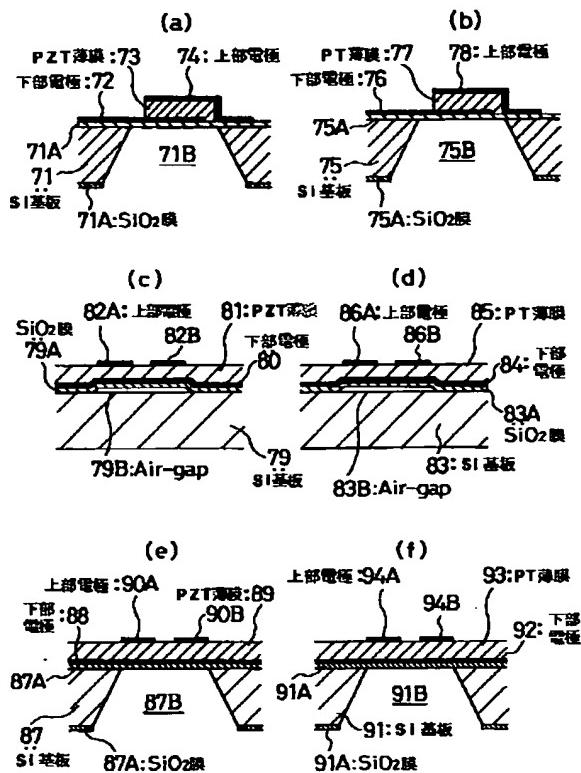
【図5】



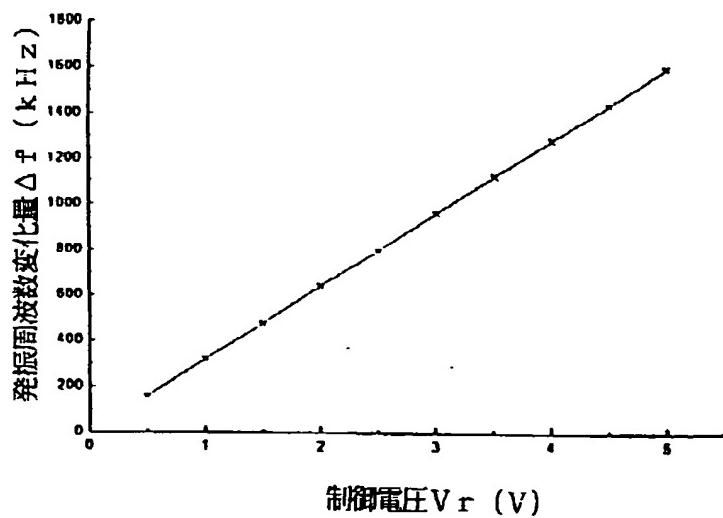
【図6】



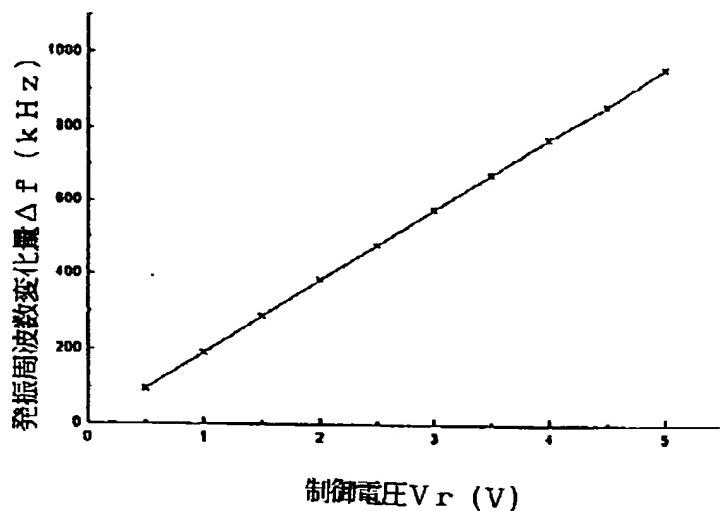
【図7】



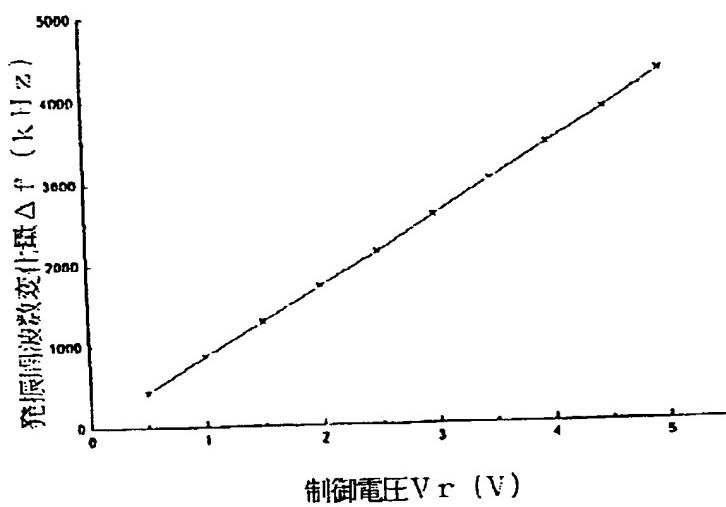
【図8】



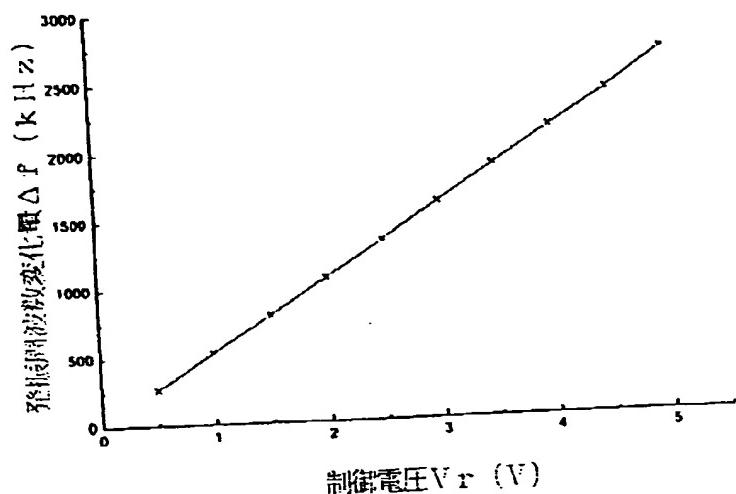
【図9】



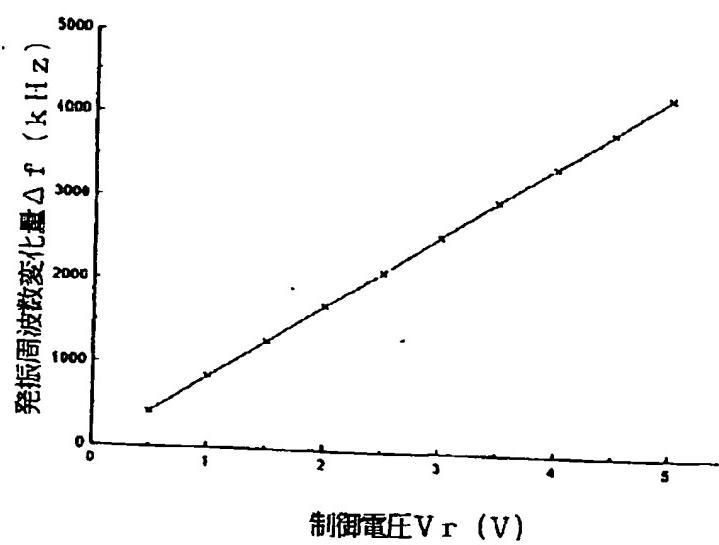
【図10】



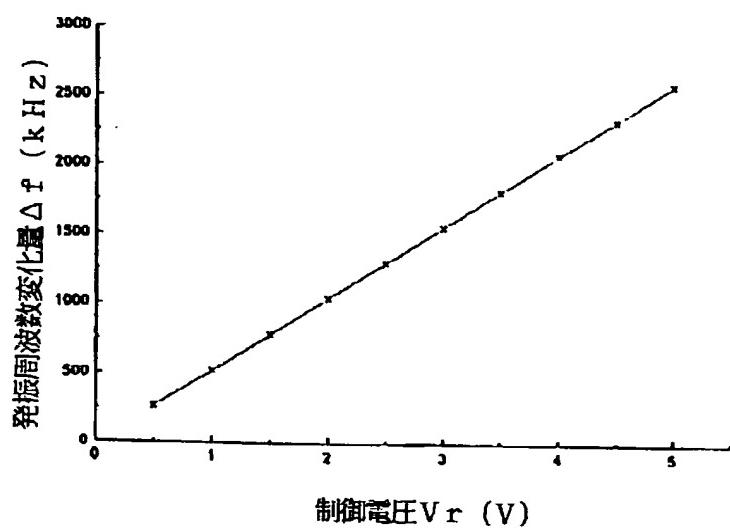
【図11】



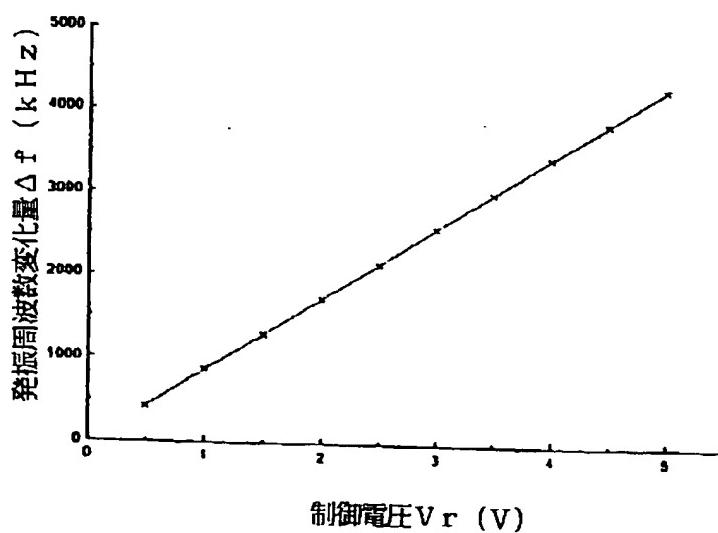
【図12】



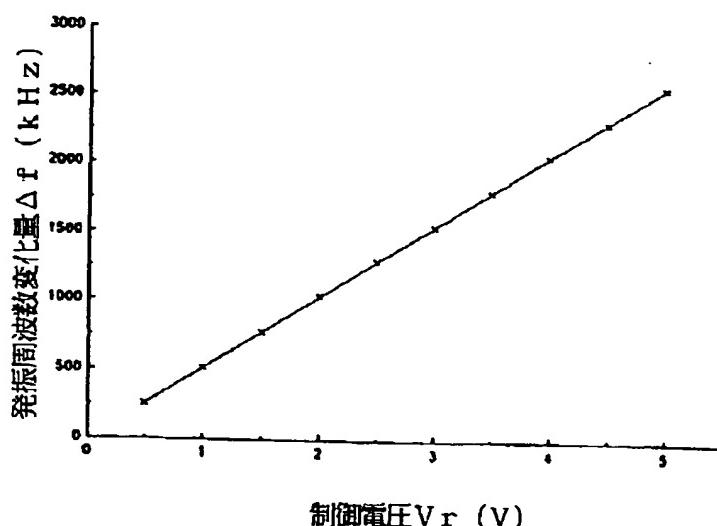
【図13】



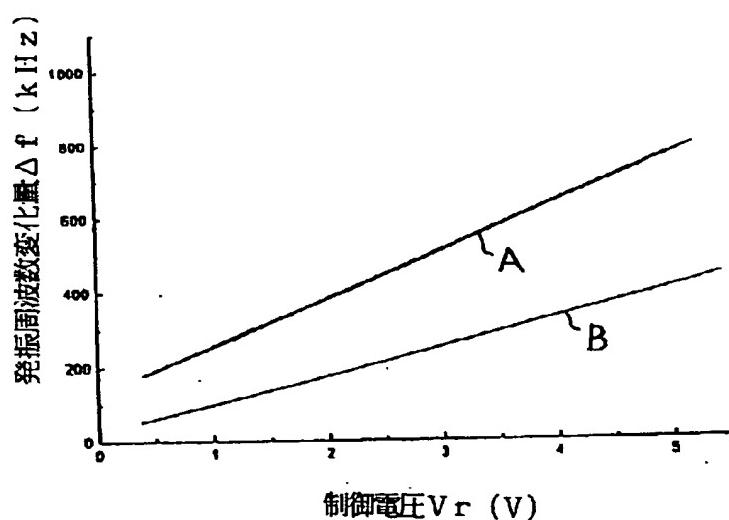
【図14】



【図15】



【図16】



フロントページの続き

(72)発明者 正田 和康
 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 三
 ラマテリアル株式会社内